

Завдання III етапу Всеукраїнської олімпіади юних хіміків

11 клас

2014 рік

1. Вуглеводень складу $C_{2x}H_y$ в присутності купрум (I) хлориду на повітрі утворює суміш вуглеводнів складу $C_{2nx}H_y$. Внаслідок озonoлізу $C_{2nx}H_y$ виділяються мурашина кислота та вуглекислий газ, причому вміст останнього зростає в міру збільшення n у $C_{2nx}H_y$.

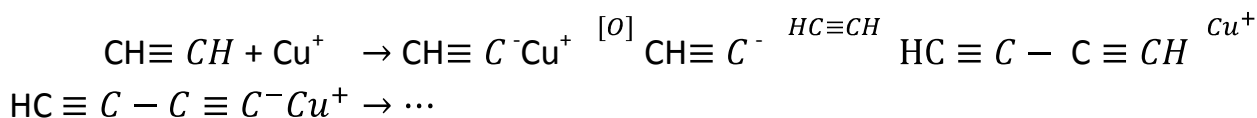
- Розшифруйте речовину $C_{2x}H_y$ та суміш $C_{2nx}H_y$.
- Наведіть механізм реакції отримання суміші $C_{2nx}H_y$.
- Що являє собою гранична сполука $C_{2nx}H_y$, якщо $n \rightarrow \infty$?

Розв'язок

- З умови задачі можна припустити, що $C_{2x}H_y$ – ацетилен.

Справді, під дією на ацетилен повітря за наявності купрум (I) хлориду утворюється $H - (C \equiv C)_n - H$, озonoлізом якого можна отримати CO_2 та $HCOOH$ у мольному співвідношенні $n = 1:1$.

- Механізм реакції:



- За $n \rightarrow \infty$ отримуємо одну з алотропних модифікацій вуглецю – карбін.

2. З деякого зразка бензину виділили дві сполуки: А (29,7% Карбону) і Б (22,0% Карбону) в мольному відношенні 1 : 2. Внаслідок нагрівання суміші цих сполук без доступу повітря утворився газ В ($D_{He} = 14,5$) і тверда речовина, що складається з двох елементів у масовому відношенні 1 : 1,293.

Речовина Г погано розчиняється в холодній воді і краще в гарячій. Внаслідок пропускання крізь розчин речовини Г сірководню утворився чорний осад Д, що містить 13,4% Сульфуру. Розшифруйте речовини А – Д. Відповідь підтвердіть відповідними розрахунками та рівняннями реакцій. Для чого у бензин додають речовини А і Б і чому у відношенні 1 : 1.

Розв'язок.

Якщо Д – сульфід важкого металу, то еквівалент металу E_{Me} можна визначити за пропорцією

$$E_{Me} : 16 = (100 - 13,4) : 13,4$$

$$E_{Me} = 103,4$$

Одновалентного металу з таким еквівалентом немає, двовалентним металом може бути Рb – свинець (A = 207).

Речовина Г – сіль свинцю (ймовірно, галогенід) PbX_2 .

Еквівалент кислотного залишку X

$$103,4 : E_x = 1 : 1,293$$

$$(E_x = 134) \text{ або}$$

$$E_x : 103,4 = 1 : 1,293$$

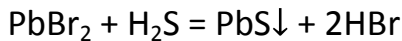
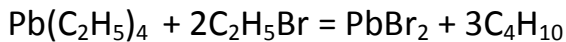
$$(E_x = 80, Br).$$

Отже, речовина Г – дибромід свинцю.

До складу бензину свинець і бром додають у вигляді етилових похідних – тетраетилплюмбуму $Pb(C_2H_5)_4$ (A, 29,7% Карбону) та брометану C_2H_5Br (Б, 22,0% Карбону).

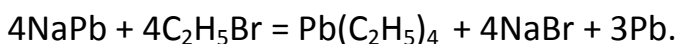
Газ В – н-бутан, C_4H_{10} (M = 4 · 14,5 58).

Рівняння реакцій:

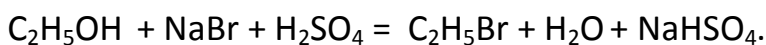


Суміш $Pb(C_2H_5)_4$ і C_2H_5Br (етилову рідину) додають для поліпшення якості автомобільного бензину (підвищення його октанового числа). Головну роль у цьому відіграє тетраетилсвинець (ТЕС), а брометан є лише джерелом бромиду для утворення легкоплавкого та відносно легкого $PbBr_2$ і запобігання осадженню у двигуні металічного свинцю та його оксидів.

ТЕС у промисловості добувають взаємодією брометану з натрій свинцевим сплавом

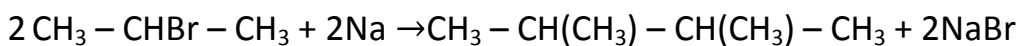
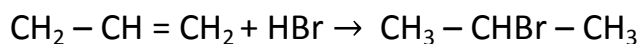
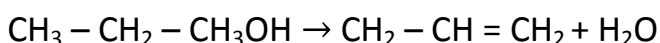


Брометан отримують з етанолу, бромідів та сірчаної кислоти:



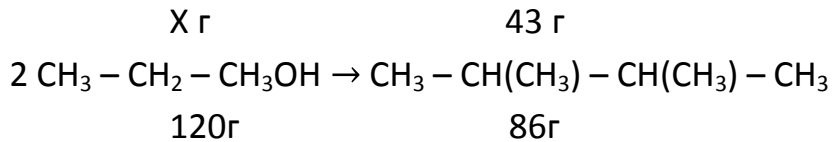
3. Пару пропанолу пропустили над алюміній оксидом при температурі $300^{\circ}C$. На утворений продукт подіяли бромоводнем і до добутої речовини додали натрій. Написати схему перетворень і розрахувати, з якої кількості пропанолу утвориться 43г кінцевого продукту.

Розв'язок



З рівнянь видно, що для утворення 1 моля 2,3 – диметилбутану потрібно взяти 2 молі пропанолу.

Згідно стехіометричної схеми:



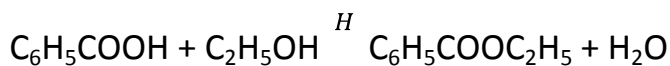
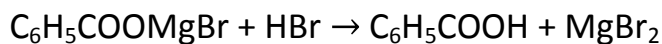
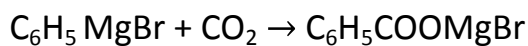
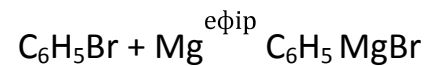
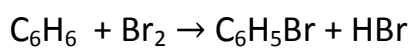
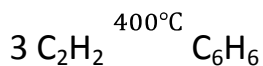
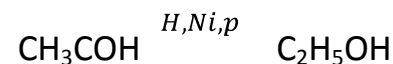
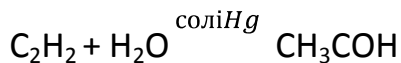
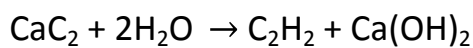
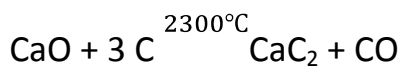
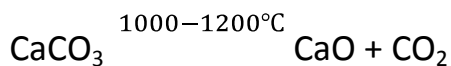
X = 60г.

Для утворення 43 г кінцевого продукту потрібно 60г пропанолу.

4. Які перетворення необхідно здійснити, щоб з вапняку добути етиловий естер бензойної кислоти. Формула бензойної кислоти – C₆H₅COOH.

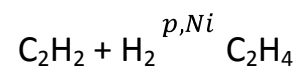
Розв'язок

I спосіб

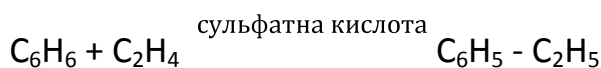


II спосіб

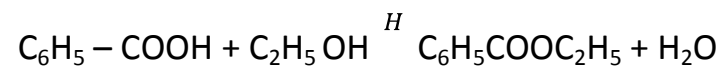
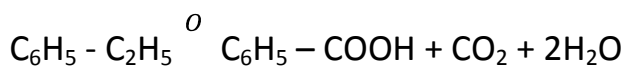
З ацетилену добувають етилен:



З етилену і бензену добувають етилбензен



Окисненням етилбензену одержують бензойну кислоту:



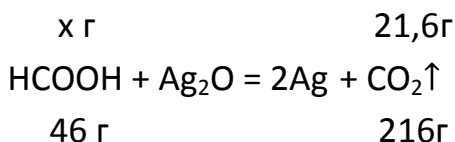
5. Суміш насичених одноосновних карбонових кислот масою 26,8г розчинили у воді і половину розчину обробили амоніачним розчином аргентум (I) оксиду. При цьому виділилось 21,6г срібла. На нейтралізацію

всієї суміші кислот потрібно 0,4 моль натрій гідроксиду. Визначте, які кислоти і в якій кількості були взяті.

Розв'язок

Поскільки з амоніачним розчином арґентум (I) оксиду реагує лише мурашина кислота, то однією з кислот буде мурашина.

Рівняння реакції:



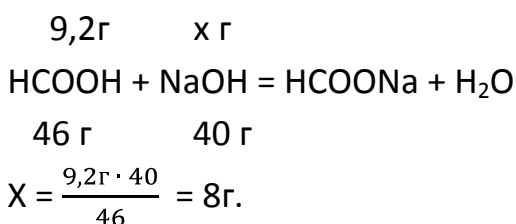
$$x = \frac{46 \cdot 21,6}{216} = 4,6\text{г}$$

Щоб виділилось 21,6г срібла, взяли половина або 4,6г кислоти. Всього кислоти взяли:

$$4,6\text{г} \cdot 2 = 9,2\text{г}$$

$$\text{Маса (другої кислоти)} = 26,8\text{г} - 9,2\text{г} = 17,6\text{г}.$$

Знаходимо масу натрій гідроксиду, який вступив у реакцію з 9,2г мурашиної кислоти:



З мурашиною кислотою прореагувало 8г натрій гідроксиду.

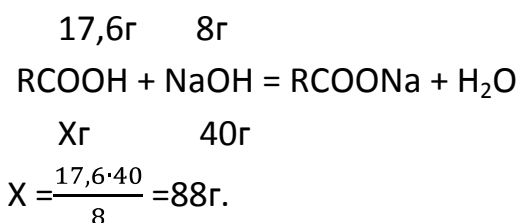
Знаходимо масу натрій гідроксиду, який прореагував з сумішшю кислот:

$$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,4 = 16\text{г}.$$

Залишилось для реакції з другою кислотою:

$$16\text{г} - 8\text{г} = 8\text{г}.$$

Знаходимо формулу другої кислоти:



$$\text{RCOОН} = 88$$

$$R + 12 + 16 + 16 + 1 = 88$$

$$R = 43$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1} = 43$$

$$12n + 2n + 1 = 43$$

$$14n = 42$$

$$n = 3$$

C_3H_7COOH - масляна кислота.

Отже, в суміші були мурашина і масляна кислоти.

Знаходимо їх кількості:

$$V(\text{мурашиної кислоти}) = \frac{9,2\text{г}}{46\text{г/моль}} = 0,2\text{моль.}$$

$$V(\text{оцтової кислоти}) = \frac{17,6\text{г}}{88\text{г/моль}} = 0,2\text{ моль.}$$

Відповідь: 0,2 моль мурашиної і 0,2моль масляної кислоти.

6.Тести

1. Вкажіть найпростіший одновалентний насичений радикал:

а) етил; б) вініл; в) феніл; **г) метил.**

2. Вкажіть найпростіший ненасичений одновалентний радикал:

а) метил; б) пропіл; **в) вініл;** г) метилен.

3. Вкажіть природну сировину для одержання бензену:

а) кам'яне вугілля; б) підземні води; в) гірничі поклади; г) торф.

4. Виберіть твердження щодо алкану, який містить 75% Карбону за масою:

а) хімічна формула CH_4 ; б) хімічна формула C_2H_6 ;

в) основний компонент нафти; г) сировина для одержання оцтової кислоти.

5. Вкажіть загальну формулу естерів:

а) $R - CO - R'$; **б) $R - COO - R'$;**

в) $R - CON$; г) $R - O - R'$.

6. Вкажіть функціональну групу спиртів:

а) $-COOH$; б) $-CHO$;

в) $-OH$; г) $-O-$.

7. Вкажіть клас сполук, до складу яких входить карбоксильна група:

а) альдегіди; **б) карбонові кислоти;**

в) спирти; г) естери.

8. Вкажіть речовину, яка горить кіптявим полум'ям:

а) ацетилен б) метан в) етанол г) етилен.

9. Вкажіть іменну реакцію взаємодії ацетилену з водою в присутності гідраргірум (II) сульфату і сульфатної кислоти:

а) Зініна; б) Лебедева; в) В'юрца; **г) Кучерова.**

10. Визначте формулу сполуки, що утворюється при міжмолекулярній дегідратації пропанолу:

а) C_2H_5COH ; б) C_6H_{14} ; в) $CH_3 - CO - O - C_2H_5$; **г) $C_3H_7 - O - C_3H_7$.**

